

⑫ 公表特許公報(A)

平5-509417

⑬ 公表 平成5年(1993)12月22日

⑭ Int. Cl.³G 02 B 21/06
G 01 N 21/64

識別記号

Z

庁内整理番号

8106-2K
9115-2J

審査請求 未請求

予備審査請求 有

部門(区分) 6(2)

(全 5 頁)

⑮ 発明の名称 共焦点走査光学顕微鏡

⑯ 特 願 平3-512239

⑰ 出 願 平3(1991)7月16日

⑱ 翻訳文提出日 平5(1993)1月18日

⑲ 国際出願 PCT/GB91/01176

⑳ 国際公開番号 WO92/01966

㉑ 国際公開日 平4(1992)2月6日

優先権主張 ㉒ 1990年7月18日 ㉓ イギリス(GB) ㉔ 9015793.4

⑳ 発 明 者 エイモス、ウィリアム・ブラツ イギリス、シー・ビー・1 4・ユー・ティー、ケンブリッジ、キ
ドショー
㉑ 出 願 人 メディカル・リサーチ・カウン イギリス、ダブリュ・1・エヌ 4・エイ・エル、ロンドン、パー
シル ク・クレツセント、20
㉒ 代 理 人 弁理士 深見 久郎 外3名
㉓ 指 定 国 AT(広域特許), BE(広域特許), CA, CH(広域特許), DE(広域特許), DK(広域特許), ES(広域特
許), FR(広域特許), GB(広域特許), GR(広域特許), IT(広域特許), JP, LU(広域特許), NL(広域
特許), SE(広域特許), US

請求の範囲

1. 共焦点走査光学顕微鏡であって、

- 光学走査システムと、

- 走査システムを通過した後、テスト中の標本が照射の
エレメントの2つ以上の別個のかつ分離した領域で走査さ
れるように、任意に異なるスペクトル成分のおよび異なる
配向の2つ以上の入力ビームを同時に発生するための手段
と、- 走査手段によるデスクャンの後、2つ以上の出力ビー
ムをそれぞれ受けるための2つ以上の検出器とを含み、各
々の検出器は照射されたエレメントの領域のうちの1つか
ら導出された出力光に実質的に限定される出力ビームを受
ける、顕微鏡。2. 2つ以上のビームは励起波長は異なるが発光波長は同
一である2つ以上の顕微鏡チャンネルを規定する、請求項1
に記載の顕微鏡。3. 2つ以上のビームは励起波長は同一だが発光波長は異
なる2つ以上の顕微鏡チャンネルを規定する、請求項1に記
載の顕微鏡。4. 2つ以上のビームは異なる励起波長と異なる発光波長
とを有する2つ以上の顕微鏡チャンネルを規定する、請求項
1に記載の顕微鏡。5. 各エレメントの領域からの発光は検出器へと続く静止
共焦点開口へ個々に別々に通過し、各々の領域について少なくとも1つの開口および検出器が存在する、請求項1な
いし4のいずれかに記載の顕微鏡。6. エレメントの領域はスポットまたはバーの形である、
請求項1に記載の顕微鏡。7. バーはスリットの像によって発生するスリット走査共
焦点顕微鏡である、請求項6に記載の顕微鏡。8. 入力ビームは互いに対して小角度で設定される、請求
項1ないし7のいずれかに記載の顕微鏡。9. 入力ビームは多ラインレーザからの光を分割すること
によって得られる、請求項1ないし8のいずれかに記載の
顕微鏡。10. ビームスプリッタが出力ビームの分離のために設け
られる、請求項1ないし9のいずれかに記載の顕微鏡。11. 出力ビームを波長ごとに分離することは1つ以上の
波長選択性フィルタによって促進される、請求項1ないし
9のいずれかに記載の顕微鏡。12. 別個の入力ビームは多波長ビームをプリズムに通過
させることによって得られる、請求項1ないし11のいず
れかに記載の顕微鏡。13. 異なる走査されたエレメントの領域に関する経路長
時間の差は電子的に補償される、請求項1ないし12のい
ずれかに記載の顕微鏡。

明 細 書

発明の名称 共焦点走査光学顕微鏡

発明の分野

この発明は光学共焦点走査顕微鏡に関する。

発明の背景

英国特許公報第2 184 321A号は、特に蛍光または反射標本の研究のための共焦点走査光学顕微鏡を開示する。この機器は標本上の走査されたスポットに光の焦点を合わせることに依存し、その照射されたスポットはデスキャンの後検出器前部の共焦点開口上に結像される。

像が標本からの蛍光で形成される場合は、標本上に配向された光の波長は蛍光を励起させるような方法で選択される。放たれた光は適当なビームスプリッタによって、励起する光から分離され、かつ検出器が蛍光によって発せられた光にのみ応答するような方法で波長選択性フィルタを通過する。この設計に基づく機器は商業的に入手可能である。それらは適当なビームスプリッタおよびフィルタによって、放たれた光を異なる波長域のビームに細分する設備 (division) を含む。この分割の後、2つの検出機で識別可能な異なる蛍光色を発する2つの染料が用いられ得る。代替的に、容認された光学の実務に従って、適当なビームスプリッタの使用により蛍光像と同時に反射像が得られる。

先行技術の機器は満足に作用するが、一走査スポットの使用に依存するすべての共焦点走査顕微鏡は、システムのすべての分光選択性が発せられたまたは反射されたビーム

に迅速に連続して励起することを許容するであろう。しかしながら、2つの染料が同一の発光スペクトルを有する場合、または1つのレシオメトリック染料の発光スペクトルが単一波長でモニタされるべき場合は、アウムラ他のシステムはホワイト (White) (英国特許出願番号第2 184 321A号) のものに対して有利な点がない、なぜならどちらのシステムも2つの発光信号を分離できないからである。

発明

この発明に従って、共焦点走査光学顕微鏡が提供され、これは

— 光学走査システムと、

— 走査システムを通過した後、テスト中の標本が照射の要素の2つ以上の別個のかつ分離した領域で走査されるように、任意に異なるスペクトル成分および異なる配向の2つ以上の入力ビームを同時に発生するための手段と、さらに

— 走査手段によるデスキャンの後、2つ以上の出力ビームをそれぞれ受けるための2つ以上の検出器を含み、各々の検出器は照射された要素の領域のうちの1つから導出された出力光に実質的に限定される出力ビームを受けらる。

この発明は容認された実務に従って、可能な励起率の像の測定を行なうために、励起波長が異なるが発光波長は同一である2つ以上の顕微鏡チャンネルを考慮する。

を異なる波長の部分に分離することにあるという欠点を被る。もし2つの染料の蛍光発光スペクトル間にかんがりの重量があれば、それらは識別することができない。たとえば、バカラオ (Bacallao) 他は、1990年ブレナム・プレス (Plenum Press) 出版の「共焦点顕微鏡使用法ハンドブック (The Handbook of Confocal Microscopy)」において、通常使用されている染料フルオレセインおよびローダミンはこの形式のシステムでは効果的に分離できないとコメントしている。許容可能な分離を達成するために、励起の波長を変化させることが必要である。これはある種類のレーザ光をスペクトル的に異なる特性の他の種類に変化させることにより得られる。まずある種類の励起でシステムを動作することにより像が得られ、それから異なる種類の励起ビームで第2の像が得られる。この動作は速度が遅く面倒である。

アウムラ、オデおよびオネザワ (Aumura, Ode and Onizawa) は、赤、緑および青レーザビームが標本上で独立的に走査され、かつ反射されたビームはダイクロイックフィルタによって分離され、かつその各々は3つの分離した直線 CCD 検出器アレイの1つの上で走査動作を実行する顕微鏡を記述した。この記述は SPIE 国際光学技術学会 (1987) の予稿集 765 号 53-60 頁に発表された。原則として、アウムラ他のシステムは蛍光顕微鏡として使用され得る。それからこれは1種類以上の染料が各ライン走査の間

この発明はまた容認された実務に従って、可能な発光率の像の測定を行なうために、励起波長は同一だが発光波長は異なる2つ以上の顕微鏡チャンネルを考慮する。

この発明はこうして多くの種類の走査光学顕微鏡に応用可能である。これは、走査システムの各掃引の間に2つ以上のスペクトル的に別個の励起スポットまたはバーが標本上で共に走査されることが可能な手段を提供する。各スポットからの発光は、検出器へと鋭く静止共焦点開口へ個々に別々に通過し、各スポットについて少なくとも1つの開口および検出器が存在する。

標本の蛍光または反射のために各スポットから発せられたビームは、確立された実務に従って検出器の間でスペクトル的にろ波されるかもしくは細分化されてもよく、または検出器へ非選択的に通過させてもよい。したがって一走査サイクルで、各々の像が励起および発光周波数の両方において他の像と異なり得る2つ以上の完全な像を得ることが可能である。

この発明は「多重化光学システム」と考えられてもよい、なぜならそれは同一の走査システムおよび対物レンズを通過する独立しているが平行に近いビーム経路の2つ以上の組を含むからであり、光学経路は共に折り畳まれているという言葉どおりに多重化されている。

実施例の説明

この発明のさらなる特徴および利点が添付の図面を参照

して以下の実施例の説明から明らかとなるであろう、その図面は

図1はこの発明の多重化光学システムを組入れる共焦点走査顕微鏡の概略図であり、

図2は図1の上部についての代替的かつ好ましい光学的配置を示す概略図であり、さらに

図3は異なるスペクトル特性を有するいくつかのビームがそれによって一つの（たとえば多ライン）レーザから得られる、この発明での使用のための光学手段を示す概略図である。

図面を参照して、この発明は、拡張された発光ビーム経路を有するレーザ共焦点走査顕微鏡において多数の独立した光学チャネルが励起のために同時に使用されることを許容する光学アセンブリを提供するが、この種類の顕微鏡への応用に限定はされない。この発明は光のバーまたはスリットが標本上で走査される共焦点顕微鏡、および一つのスポットが走査される共焦点顕微鏡に用いられることが可能である。

図1において、図面を単純にするために2つの独立した光経路のみが示されるが、実務ではその数についての制限はない。

2つのレーザL1およびL2からの異なるスペクトル特性を有する光は、ビームスプリッタBS1上に向けられる。2つのビームは互いに対してわずかに角度があり、その角

さな角度で再びビームスプリッタBS1上へ通過する。ビームスプリッタBS1を通過した後に戻ってくるビームは、第2のビームスプリッタBS1へと通過し、それは二色性特性を有し、その結果一方のビームB1の光の大半は共焦点開口A1へと、それから検出器D1へと通過し、一方他方のビームB2はA2およびD2へと優先的に反射される。この修正は、発光周波数の選択を達成するために第2のビームスプリッタBS2の使用を許容するので好まれ、かつまた既存の機器をわずかに修正するだけで実現され得る。発せられたビームを波長ごとに分離することは、波長選択性フィルタF1およびF2を加えることにより改良され得る。

各々が適切な開口A1またはA2上へと向かう発光ビームの照準は、BS2と検出器D1またはD2との間に置かれた鏡（図示せず）の使用によって便利に達成され得る。

付加的鏡および二色性反射器は、入力ビームL1とL2との間に適切な角度を設ける便利な手段を与える。たとえば、図3はそれにより1つの多ラインレーザからの光が異なるスペクトル成分および角度を有するビームに分離され得る、多くの可能な手段のうちの1つを図示する。

この場合、ガラスまたは他の透明材料の側面が平行のブロックBが使用されて、波長に従ってビームの小さな横方向の分離を生じる。ビーム間の角度はそれからビームをプリズムPを通過させることによって調節され、そこでビー

度は明確さのために図中では誇張される。2つのビームは示されるように走査システム中に反射され、それは両方のビームの角走査を同時に生じる。ビームの角分離は走査全体を通じて維持され、典型的には接眼レンズEおよび対物レンズOの適当な顕微鏡光学系を通過した後、標本上で2つの別個の移動する光のスポットS1およびS2の形成を結果として生じる。

反射または螢光のためにS1で標本から光が発せられ、この発せられた光の一部は光学システムを通過して戻り、デスキャン、つまり走査システムによって静止ビームへ再変換され、ビームスプリッタBS1を通過し、かつ検出器D1へと続く共焦点開口A1上には落ちる。S2からの光は類似しているが別個の経路に沿って光学システムを通過し、検出器D2上には落ちる。好ましい角分離は光学チャネルの満足のいく分離と両立して可能な限り小さい。イメージレジストレーションを許容するために、S1とS2とに対応するスポットによって標本中の所与のポイントを走査する間の時間の偏差は、適当な慣用的電子手段、たとえばイメージ処理ソフトウェアによって補償され得る。2つ以上のスポットが同一の走査線上にあるべきであるということはこのシステムの機能にとって本質的ではない。

図2の好ましい実施例において、走査装置および顕微鏡は図中で示されないが、図1のものと同一であると考えられるべきである。レーザL1およびL2からのビームは小

ムはプリズムの分散力のために異なる角偏差を受ける。プリズムの適切な配向によって、各々一周波数に対応する平行ビームが発生し、それらはビームスプリッタBS1に向かって収束する。収束の角度はプリズムの角度とその屈折率および分散力によって決定される。図中で実線Sはより短い波長のビームを示し、それはより長い波長の光に対応する点線Dで示されるビームよりもより強く屈折する。

これまで定義されたこの発明の範囲内で、上に説明されかつ図示された配置のさまざまな修正が可能である。

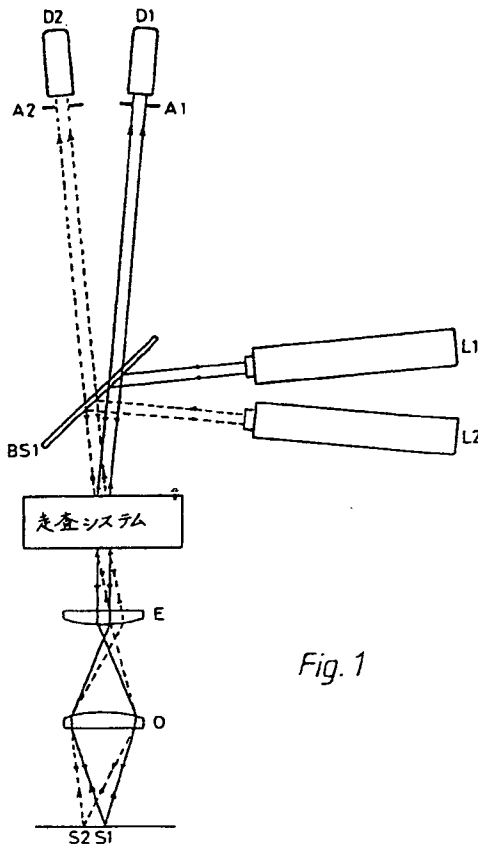


Fig. 1

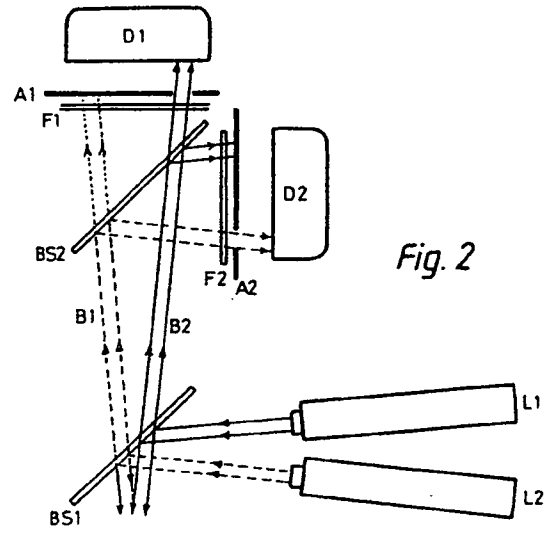


Fig. 2

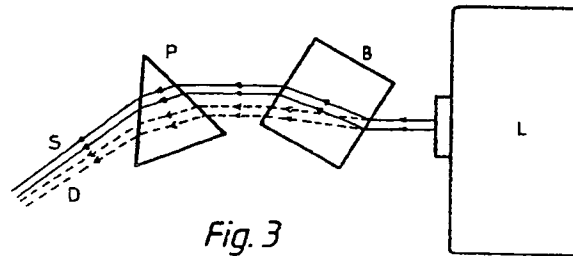


Fig. 3

要約

テスト中の標本が照射の別個のスポットまたはスリット (S1, S2) で同時に走査され、かつ反射または蛍光のために標本から発せられた2つの出力ビームがデスキャンされて別々の静止共焦点開口 (A1, A2) および検出器 (D1, D2) へと通過する、共焦点走査光学顕微鏡である。

国際調査報告

PCT/GB 91/01176

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classifications apply, indicate all) According to International Patent Classification (IPC) or to both International Classification and IPC Int. Cl. 5 G 02 B 21/00 G 01 N 21/64		
II. FIELDS SEARCHED Minimum Documentation Searched?		
Classification System Int. Cl. 5	Classification Symbols G 02 B G 01 N	
Documentation Searched other than Minimum Documentation in the Extent that such Documents are Indicated in the Fields Searched?		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT?		
Category ^a	Character of Document ^b , with indication, where appropriate, of the relevant paragraph ^c	Reference to Table No. ^d
A	US, A, 3918812 (D. M. HOLM) 11 November 1975, see abstract; figures 2,3; column 4, line 52 - column 6, line 40	1,9,12
A	GB, A, 2184321 (MEDICAL RESEARCH COUNCIL) 17 June 1987, see the whole document (cited in the application)	1
A	DE, A, 3831880 (JENADPTIK JENA) 3 May 1989, see the whole document	1
A	US, A, 4893008 (Y. HORIKAWA) 9 January 1990, see column 1, lines 5-9; column 2, lines 29-65; column 3, line 67 - column 7, line 44; figures 3-5	1,5,6,7,10,11
-/-		
IV. CERTIFICATION Date of the Actual Completion of the International Search 10-10-1991 International Searching Authority EUROPEAN PATENT OFFICE		
Date of Mailing of this International Search Report 13.11.91 Signature of the International Searching Authority [Signature] Name of the International Searching Authority EUROPEAN PATENT OFFICE		

International Application No. PCT/GB 91/01176

ALL DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category	Character of Document, with indication, where appropriate, of the nature of the invention	Reference to Class No.
A	Cytometry, volume 2, no. 4, 1982, (US) J.A. Steinkamp et al.: "Three-color fluorescence measurements on single cells excited at three laser wavelengths", pages 226-231, see figures 1-3; page 227 - page 228, column 2, line 16	1,2,4-7 10,11
A	US, A, 4284897 (I. SAWAMURA) 18 August 1981, see the whole document	1,10,11

Form PCT/ISA/119 (must be filed) (January 1982)

國際調查報告

GB 9101176
SA 49462

This report lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The numbers are as contained in the European Patent Office EDP file on 06/11/91. The European Patent Office is in no way liable for those particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 3918812	11-11-75	AU-A- 6864274 BE-A- 814460 CA-A- 1020234 DE-A- 2422016 FR-A, B 2229063 GB-A- 1648789 JP-A- 50016597	05-11-75 02-09-74 01-11-77 28-11-74 06-12-74 08-09-76 21-02-75
GB-A- 2184321	17-06-87	None	
DE-A- 3831880	03-05-89	None	
US-A- 4893008	09-01-90	JP-A- 63306413	14-12-88
US-A- 4284897	18-08-81	JP-C- 1154952 JP-A- 53135660 JP-B- 57049888 DE-A, C 2818841	15-07-83 27-11-78 25-10-82 09-11-78

For more details about this report: see Official Journal of the European Patent Office, No. 11/91